

PCT/JP00/01691  
09/914975

日本国特許庁

06.04.00

JP00/1691  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

EKU

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application:

1999年10月 9日

REC'D 26 MAY 2000

WIPO

PCT

出願番号  
Application Number:

平成11年特許願第324493号

出願人  
Applicant(s):

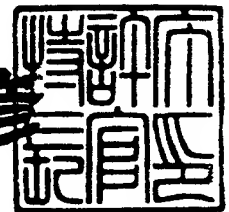
長浦 善昭

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年 5月12日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3035059

【書類名】 特許願

【整理番号】 NAG127

【特記事項】 特許法第30条第1項の規定の適用を受けようとする特  
許出願

【提出日】 平成11年10月 9日

【あて先】 特許庁長官殿

【発明の名称】 圧電素子及びその加工方法

【請求項の数】 6

【発明者】

    【住所又は居所】 福岡県筑紫野市大字上古賀246-1（コンフォート天  
        拝104）

    【氏名】 長浦 善昭

【特許出願人】

    【識別番号】 590005195

    【住所又は居所】 福岡県筑紫野市大字上古賀246-1（コンフォート天  
        拝104）

    【氏名又は名称】 長浦 善昭

    【電話番号】 092-921-6852

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧電素子及びその加工方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水晶板を、両面研磨加工機械、又は片面研磨加工機械、又はその他の研磨加工機械を使用して、研磨加工した水晶板（例えば、水晶板の厚さを $80\mu\text{m}$ として、水晶板の直径を2インチとする）を、片面、又は両面から、RIE（Reactive Ion Etching）加工、又は化学的なWetエッチング加工を行って、数 $10\mu\text{m}$ 前後（例えば、 $60\mu\text{m}$ とする）を、除去した後、化学的な、DRY Etching 加工（以下、RIE、又はプラズマエッチングとする）又は化学的な、Wetエッチング加工によって発生した数 $\mu\text{m}$ の凸凹（例えば、RIE加工にて、 $60\mu\text{m}$ 除去すると、約 $0.2\mu\text{m}$ から $3\mu\text{m}$ の、ダメージ層、又は加工変質層、又は凸凹が発生する）を、再度、両面研磨加工機械、又は片面研磨加工機械、又はその他の研磨加工手段によって研磨加工をする、水晶板などの圧電素材、又はシリコンなどの電子材料を加工することを特徴とする、圧電素子の加工方法。

【請求項2】 圧電素子被研磨物にマスクをかけてマスクングし、中心部分だけを、例えば、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{C}_2\text{F}_6$ 又は $\text{CHF}_3$ などを使用して、化学的な、Dry Etchingなどの、RIE加工、イオンミーリング、又はプラズマエッチング、又はその他の化学的なWetエッチング加工の加工手段を使用して、平板形状、Bi-Convex型形状又は凹レンズ形状（逆MESA形状）に、加工した後、その後の加工手段として、両面研磨加工機械、又は片面研磨加工機械又はフロートポリシング機械又はその他の研磨加工手段を使用して、エッチング加工を行った、加工面の表面、又は裏面の加工面を、機械的に研磨加工を行うことを特徴とする圧電素子の加工方法。

【請求項3】 一面又は両面を、凹レンズ形状、Concavo-Convex型形状、又はBi-Convex型形状に加工した水晶板を、両面研磨加工機械を使用して、上と下から、同時に研磨加工し、極く薄い、圧電素子を加工する、圧電素子の研磨加工方法。

【請求項4】 水晶板を、平板形状、又は凹レンズ型形状、又はその他の形

状に、R I E 加工、又はその他の化学的なW e t エッチング加工手段にて加工した後、平板形状、又は凹レンズ型形状を形成している面の、裏面から、R I E 加工、プラズマエッチング、又はその他の化学的なエッチング手段にて、数 1 0  $\mu$  m、削り落とし、平板形状、又は凹レンズ型形状の裏面を、数 1 0  $\mu$  m、R I E 加工、又はその他のエッチング手段にて、削り落としした加工面に出来た、1  $\mu$  m から数  $\mu$  m の凸凹を、機械加工を使用して、0. 2  $\mu$  m から数  $\mu$  m 程、研磨加工して、平板形状、又は凹レンズ型形状を形成している裏面を、鏡面に研磨加工するために、平板形状、又は凹レンズ型形状の表面、及び裏面を、片面研磨加工機械、フロートポリシング機械、又は両面研磨加工機械、又はその他の研磨加工手段を使用して、0. 2  $\mu$  m から数  $\mu$  m、研磨加工して、鏡面仕上げの加工を行う、圧電素子の加工方法。

【請求項 5】 水晶などの圧電材料を、R I E 加工にて加工する場合、C F<sub>4</sub>、C H F<sub>3</sub> 又は C<sub>2</sub> F<sub>6</sub> などのフッ素系ガスとアルゴンガスの混合ガスを使用すると、水晶などの表面精度の加工精度がよいことを特徴とする圧電素子の加工方法。

【請求項 6】 一面又は両面を、凹レンズ形状に加工した水晶板を、両面研磨加工機械を使用して、上と下から、同時に研磨加工し、極く薄い、圧電素子を加工する、圧電素子の研磨加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、チタン酸バリウムや、水晶や、加速度センサー又は、角速度センサーに用いる、ニオブ酸リチウム又は、ニオブ酸カリウム又は、その他の単結晶又は、圧電セラミックス又は、その他のセラミックスなどの圧電素子又は、シリコン、ガリウムヒ素、又はその他の電子材料、光学レンズ又は、その他の物質を、加工するための、加工工具及び、その加工方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

圧電素子の一種である、水晶振動子は、通信機器や計測機器の、基準周波数の

発振源をはじめ、汎用コンピュータ、OA情報機器、家電製品用のマイコンの、クロック発生など、その用途は、多岐にわたっているが、情報の処理・伝達能力の高性能化のため、振動子の厚さを薄くし、その固有振動周波数を、上昇させることが求められている。また高品質の、振動子を得る目的で、レンズ形状に、仕上げるのが提案され、比較的低い、周波数領域では実績を上げている。

水晶振動子は、通信器やコンピュータなどの、デジタル機器には欠かすことのできない、電子デバイスである。情報の処理・伝達能力の高性能化のため、振動子の厚さを薄くし、その固有振動周波数を、上昇させることが求められている。しかも移動体通信機器においては、小型化、省電力化のため、基本周波数での、高周波数化が求められている。

水晶振動子の製作法としては、一般的に、機械的ポリッシング加工と、化学的な、Wet エッチング加工が利用されている。前者は、加工表面性状に優れるが、 $30\mu\text{m}$ 以下の厚さにすることが出来ない。後者は、原理的には加工変質層のない、薄片化に適する方法であるが、Etch channels の発生などで、この方法も、薄片化に限界がある。一方、反応性イオンエッチングである、Reactive Ion Etching (RIE)、又はプラズマエッチング（略して、化学的な、Dry Etching とする）は、イオンダメージが、導入されるものの、表面粗さの悪化のない、薄片化が可能である。

高周波水晶振動子の製作法として、これらの加工方法の、長所を有効に活用することにより、量産可能な加工方法を開発することが出来た。

#### 【0003】

しかしながら、振動子の厚さを、薄くする場合の問題として、両面ラップ盤による製造法では、現在  $30.0\mu\text{m}$  ( $=55.6\text{MHz}$ ) に製造の限界がある。

また、振動子を、レンズ形状に仕上げる場合では、薄片上に、曲面を創成することは、非常に困難であり、今まで、安いコストで、多量生産することが出来る、加工手段が存在しなかった。

#### 【0004】

#### 【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、従来困難とされた、製造限界の厚

みよりも、薄い、電子材料、圧電素子、及びその加工方法を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、開発した、高周波水晶振動子製作方法は、下記のような手段である。機械的な研磨加工方法は、加工表面性に優れるが、加工補助具となる、carrierの強度不足から、 $30\mu\text{m}$ 以下の、厚さの振動子を加工することが出来ない。化学的な、wetエッチング加工は、加工変質層が発生せず、基本的に薄片化に適する加工方法であるが、深くエッチング加工を行なうと、表面粗さの悪化や、Etch channelsが発生する。RIEは、表面粗さの、悪化や、Etch Channelsの発生もなく、薄片化が可能であるが、イオン衝撃によるIon sputtering damageが、水晶振動子の電気的特性に、有害であることが知られている。

このように、各加工方法には、長所・短所があり、これらの、加工方法の長所を活用するには、最終表面をMechanical polishingか、Chemical Etchingで形成すればよいことになる。そこでChemical Etchingで製作された、 $30\mu\text{m}$ 以上の厚さの、Single Inverted mesa type blankを、加工素材とすれば、Mechanical polishingの加工方法の、限界を超えることが出来る。さらに薄くするためには、これの平面側をRIEで除去する。これをMechanical polishingすることにより、品質の優れた薄片化が可能となる。このとき、薄い振動部分の破損が起きることなく、凸レンズ形状(Plano-Convex Type)が形成される。また多量生産については、 $70\mu\text{m}$ 以上のQuartz waferの利用を行なうと効果的である。

【0006】

【発明の実施の形態】

Chemical Etching, Reactive Ion Etching, プラズマEtching, Mechanical Polishing の

長所を有効に活用した、高周波用水晶振動子の製作方法を考案した。その結果、Single Inverted Mesa Type の、Quartz Blank を加工素材とすることにより、広く普及している、両面ラップ盤で、Plano-Convex Type の、高周波水晶振動子の製作が出来た。

## 【0007】

図1(a)に示しているのはRIE、イオンミリング、又はプラズマエッチング(略して、Dry Etchingとする)で作られた、水晶振動子のリアクタンス周波数特性の、例を示している。固有振動周波数を示している、ピークに近接するところに、有害なピークが生じている。これはRIEの、イオンダメージによるものと考えられる。このRIE処理面を手研磨したところ、図1(b)に示しているように変化し、有害なピークは、解消されて特性の改善が図られた。

このことから、RIEのイオンダメージ層は $0.3\mu\text{m}$ 以下と、極く薄く、Mechanical Polishing で除去可能であることがわかった。

## 【0008】

図2に示しているのは、Chemical Etching によるSingle Inverted Mesa Type の、Quartz Blank の作製、多量生産を考え、Quartz Wafer にマスクングを行ない、Chemical Etching で作製したものを使用した。その形状を、図2(a)に示す。 $73.4\mu\text{m}$ の Quartz Waferに、Chemical Etching で振動部分の厚さを $32.68\mu\text{m}$ とした物であり、このEtching の深さは、表面の粗さを良好に保った、限界の深さである。

この素材の Reactance-frequency Characteristic を、図2(b)に示す。図1(a)のRIEと似た、特性となっている。

## 【0009】

図3に示しているのは、RIEによる薄片化、さらに、高い周波数のために、薄片化にRIEを利用した。しかし、次の工程の、両面ラップ盤によるMech

anical Polishingで、イオンダメージ層を除去するために、RIE処理面は、Single Inverted Mesa Typeの、Quartz Blankの平面側とした。このRIE処理条件は、通常の条件で処理した。RFpowerを下げる、Pressuerを上昇させることで、イオンダメージを少なくすることが可能である。しかし、Etching Rateを下げてしまうことに繋がり、first RIEでは高能率、third RIEではダメージの少ない条件と、3つの条件で処理した。なお、除去量の調節はfirst RIEの処理時間で行なった。この一連の、処理により、得られた加工素材のReactance-frequency Characteristicを、図3に示す。

こうした結果、Chemical Etchingのみによるもの、1種類と、これをRIE加工の加工手段にて加工したもの3種類、合計4種類の加工素材を作製した。

#### 【0010】

図4に示しているのは、Polishing Conditionsと、Mechanical Polishingの結果で、前述の加工方法で得られた、加工素材とする、Single Inverted Mesa Typeの、Quartz Blankを、Dual-face Lapping Machineで研磨加工を行なう。このときの研磨加工の条件は、一般的な、加工条件にて研磨加工を行なった。ただし、薄い振動部分の破損、形状への影響を調べるため、Upper Lapping Plateを、鉄とアルミのものの、2種類を使用した。鉄のUpper Lapping Plateを用いた場合の、水晶に加わる荷重は、アルミに対し1.8倍となる。

#### 【0011】

両面研磨加工機械を使用して、Mechanical Polishing研磨加工を、実施した結果、第1点の、薄い振動部分の破損については、全く発生せず、加工可能であった。第2点の、形状形成についても大きな成果を得た。その結果を図4に示す。この図4は、Single Inverted Mesa Typeの、Quartz Blankの、平面側の振動部分を、干渉顕微鏡

で形状を測定したものである。これから、振動部分は、凸レンズ形状に飛び出した、形状が形成されていることがわかる。非常にきれいな球形状をしており、この反対側は、基本的には、平面が維持されている。このことから、平面を形成するための、Dual-face Lapping Machine であっても、Single Inverted Mesa Typeの、Quartz Blankを加工素材とすれば、Plano-Convex Typeの、Quartz Oscillatorが作製できると言える。

この形状形成の原理は、次の通りである。振動部分だけが、薄い構造となっている、Single Inverted Mesa Typeは、研磨圧力を受けることにより、空洞部分の方向に、たわみを生じ、あまり研磨されずに、加工が進行していく。加工が終了し、研磨圧力を除去すると、今度は、反対方向に復元し、飛び出した、凸レンズ形状となるものである。

#### 【0012】

図5に示しているものは、4種類の加工素材と、2種類の加工圧力で、研磨を実施したものの、Reactance-frequency Characteristic を、図5に示している。研磨前に対し、電気的特性は、飛躍的に向上した上で、高周波化が図られている。研磨前に、みられたSpurious

Resonanceは、研磨加工により解消され、Sharp Resonance Curveを描いている。しかし、厚さが薄くなる、あるいは研磨圧力を大きくすると、Resonance Curveの鋭さは、維持されるものの、Spurious Resonanceを、生じるようになる。適正な研磨圧力ならびに口径／厚さの比がある。

#### 【0013】

図6、図7及び図8に示しているのは、振動部分の厚さが、Form及びSurface Roughnessに、与える影響、振動部分の厚さによる、振動部の、中心部分の $1.44 \times 1.31$ mmの範囲で、peak to valley (P-V) の変化を調べた結果を、図6に示す。又、形成された、凸レンズ形状の、曲率半径の逆数の変化を、図7に示す。アルミの定盤を用いた場合、両図とも同じ変化であるが、鉄制定盤の場合には、変化が異なっていることから、ア

ルミの場合、きれいな球形状に対し、鉄の場合は、歪んだ球形状と思われる。一方、Single Inverted Mesa Typeの、Concave側は、厚さの変化により、凹面の度合いが増していった。これは、平面側に、凸レンズ形状が、形成される時の、加工歪みの、度合いを示すものと考えられる。最適研磨条件の選定、熱処理などにより、改善が可能であると考えられ、電気的特性の改善にも、繋がるものと期待している。

Concave側の中心部分の、表面の粗さの変化を、図8に示す。Polishing padの接しない部分に対しても、遊離砥粒は作用し、表面粗さに変化を与えている。

Chemical Etching のものは、Ra2.6nmであったものが、研磨により、Chemical Etching 特有の、縞状の、凹凸が顕在化し、Ra7nmまで、悪化してくる。表面粗さが、悪化しない、RIEでConcave(Single Inverted Mesa Type、又はDouble Inverted Mesa Type)を形成後、0.3μmから0.4μm程度を、Chemical Etching で、イオンダメージ層を除去することにより、この改善が可能である。

尚、図8に示している結果から、RIE加工の加工手段により作製した、Double Inverted Mesa Typeでも、Single Inverted Mesa Typeと同じく、両面研磨加工機械を使用して、特性の改善が、出来ることが証明された。

これらの結果から、口径に対する厚さの比( $d/t$ )を10から350とする、最適の比率は30から80程度にすることにより、電気的特性に優れた、334MHz以上の、高周波水晶振動子の作製が可能になることが判明した。

【0014】

【発明の効果】

1. Single Inverted Mesa Typeの、Quartz Blank を加工素材とすることで、広く普及している、両面研磨加工機械（両面ラップ盤）、又は片面研磨加工機械、又はフロートポリシング機械、又はその他の研磨加工手段を使用することにより、電気的な特性に、優れた、高周波水

晶振動子の製作が可能となった。

2. この開発した、加工方法では、Single Inverted Mesa TypeからPlano-convex Typeの、形状を形成させることが出来た。

又、Double Inverted Mesa Typeの、電氣的な特性も、Single Inverted Mesa Typeと同じく、電氣的な特性の改善が出来た。

3. 口径比を80程度にすることで、334MHz以上の水晶振動子の製作が、出来ることが判明した。

【0015】

現在の時点まで、RIE加工、又はプラズマEtchingなどの、化学的な、Dry Etching加工の加工手段は、素晴らしい、加工技術であるけれども、RIE加工の加工手段が、電子材料、及び圧電材料業界、特に圧電業界である、水晶業界において使用されていなかった原因は、例えば、水晶板に、RIE加工を行なうと、イオン粒子を光の速さに近い速さまでに、速くは加速出来ないが、通常、RIE加工にて使用するイオン粒子は、電極間に600V位の電圧で、電流としては240Wから300W位の電流をかけて、イオン粒子を秒速数10kmから数100kmの速さに、フッ素系、又は塩素系のイオン粒子を加速して、水晶板の表面上に激突させる加工手段であるが為に、イオン粒子が激突する、水晶板の、極く薄い、表面上においては、イオン粒子が激突した瞬間においては、イオン粒子の運動エネルギーにより発生する、数1,000℃（例えば、1,500℃から3,000℃位の高温になる、ちなみに、水晶及び石英が溶解する、溶解温度は1,140℃である）に達する、熱の影響で水晶板の表面上においては、水晶板の表面上は溶解して、極く一部分ではあるが、水晶板の表面上では、極く薄い、数 $\mu\text{m}$ （例えば、0.2 $\mu\text{m}$ から1.0 $\mu\text{m}$ 程度）の非晶質（結晶ではなくなり、非晶質の石英、又はフッ素イオンが、水晶の酸素と化学反応を起こすことにより出来る、シリコンの膜、又はその他の酸化膜となる）の部分の、ダメージ層が出来ることで、水晶本来の電氣的な特性が、極端に、低下して、周波数の、発振の波型の形状が悪くなる現象がおこる。

さらに、R I E 加工を使用して、水晶板を加工したときに発生する、加工変質層（非晶質の部分）は、水晶板を加工した厚さには、少しは比例するけれども、ほとんど比例しないで、例えば、水晶板を  $60\mu\text{m}$  削り取ったときも、 $10\mu\text{m}$  のときも、数  $\mu\text{m}$  のときも、加工変質層の厚さは  $0.2\mu\text{m}$  から数  $\mu\text{m}$  前後で、全くといってもよいくらい、同じ厚さの加工変質層が発生する。ただし、当初、機械研磨加工を行なったときに出来た、微小なキズ、及び不純物が拡大して出来た凸凹は、削り取る厚さに比例して大きくなる、その割合は、R I E 加工を使用して、 $10\mu\text{m}$  削り取ったときに、約  $0.1\mu\text{m}$  から  $1.0\mu\text{m}$  位の凸凹が出来るけれども、面積に対して 5 % 位の面積の割合なので、無視することが出来る面積でもある、又、R I E 加工の加工手段を使用して、水晶板を加工したときに発生する凸凹（加工変質層）の太さは、イオン粒子を加速して、水晶板に激突させる速さが、秒速数  $\text{km}$  の場合と、秒速数  $10\text{km}$  の場合と、秒速  $100\text{km}$  の場合では、それぞれに凸凹の発生する太さは異なるので、面精度を高めたい場合（加工変質層を小さくしたい場合）には、イオン粒子の加速を、低速にしたイオン粒子を、水晶板に激突させると良い。けれども、イオン粒子を激突させることには変わりはないので、大なり小なり、凸凹（加工変質層）は発生する。

上記のことを解決する手段として、R I E 加工、又は化学的な *W e t   E t c h i n g* の加工手段により発生した、水晶板の表面上に出来た、非晶質（加工変質層）の部分を、機械的な研磨加工手段、を使用して除去することにより、本来、水晶が持っている電氣的な特性を発揮することが出来る、ということが判明したことは、今後の水晶振動子、及び水晶共振子などの、薄片化などの高精度の加工を行なう加工技術の進展となるばかりでなく、電子材料、及び圧電素材を加工する業界に与える影響は、はかりしれない、加工技術の発展となり、ひいては、今後の通信、電子業界に対して、基本波で、数  $10\text{GHz}$  以上の発振が出来る、水晶振動子及び水晶共振子を、容易に製作することが出来ることが判明したことは、今後、起こる革命的な、産業革命の、もととなる影響を与えることになる加工技術である。

【0016】

*D r y   E t c h i n g* 加工である、R I E 加工、イオンミーリング及びプラ

ズマエッチング加工手段などの、Dry Etchingの加工手段、又は化学的な、Wet Etching加工の加工手段、又はその他の化学的な、Etchingの加工手段にて、水晶板の表面上に発生した、加工変質層（非晶質、又は酸化膜、又は化合物層）を除去する手段としては、機械的な研磨加工手段として使用する機械は、如何なる機械を使用してもよいし、又、水晶板の厚さとして、 $0.1\mu\text{m}$ から $0.5\mu\text{m}$ 程度を除去すれば良いので、小さく裁断、例えば、厚さが $10\mu\text{m}$ の場合には、直径が $1.2\text{mm}$ 、又は $2\text{mm}$ の丸形状、又は角形状に裁断するか、又は1インチ、又は2インチの基盤のままの状態にて、超音波振動、又はバレル研磨などを使用するか、又は人間の手作業でも、十分に、加工変質層を除去することは出来る作業でもある。又、遊離砥粒を使用した、その他の加工手段を使用しても、簡単に、加工変質層を除去することが出来る作業でもあるが、水晶本来の電氣的な特性を、十分に発揮することが出来るのは、機械的な研磨加工手段を使用して加工変質層を除去するほうが、一段と電氣的な特性が良い。

## 【0017】

上記の加工手段はSingle Inverted Mesa Type（片面が凹レンズ形状）でも、又はDouble Inverted Mesa Type（両面が凹レンズ形状）でも、又は、平板形状でも、又その他、如何なる形状の水晶板にでも応用することが出来る。又は、加工変質層とは、非晶質で、フッ素の化合物層である、又は、その他の酸化物で出来ている膜なので、加工変質層とは、すなわち、電氣的には絶縁層である。この絶縁層が水晶板の両側面の、表面上に出来ているが為に、電極を形成することにより、水晶板の両側面に、コンデンサーが出来ている状態となっているのと同じことなので、水晶板の表面上に加工変質層が存在すると、水晶板の電氣的な特性が、極端に低下して、発振の波型が悪くなり、Q値が低下する原因となる。この加工変質層（例えば、 $0.06\mu\text{m}$ 前後）を除去することにより、水晶、又は水晶板本来の、電氣的な特性が、極端に向上して、リアクタンス周波数特性の、発振の波型が良くなり、Q値が高くなる現象が判明した。

## 【0018】

上述したように、本発明によれば、従来困難とされた厚みよりも、薄い、圧電素子及び、その加工方法を提供することができ、これにより副振動の少ない、振動子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 表材は A T カットで、厚みが厚い水晶振動子のリアクタンス周波数特性図である。

【図 2】 表材は A T カットで、厚みが厚い水晶振動子のリアクタンス周波数特性図と、それを発振させた、Single Inverted Mesa Type の、水晶振動子の、上面図と、縦断面図である。

【図 3】 表材は A T カットで、厚みが薄い水晶振動子のリアクタンス周波数特性図である。

【図 4】 水晶振動子を、干渉顕微鏡で形状を測定した、形状測定図である。

【図 5】 表材は A T カットで、厚みが薄い水晶振動子のリアクタンス周波数特性図である。

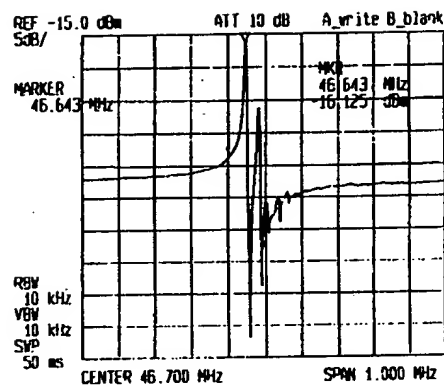
【図 6】 Peak to Valley (P-V) の変化を示した、グラフである。

【図 7】 Single Inverted Mesa Type に形成された、凸レンズ形状の、曲率半径の、逆数の変化を示した、グラフである。

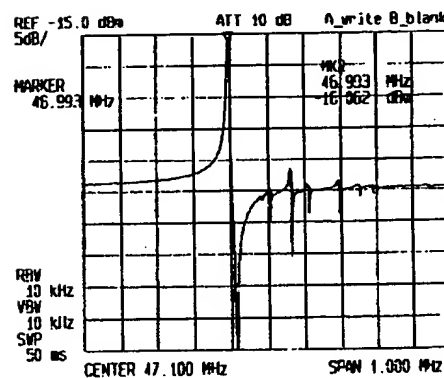
【図 8】 Single Inverted Mesa Type の、Concave 側の中心部分の、表面粗さの変化を示した、グラフである。

【書類名】 図面

【図 1】



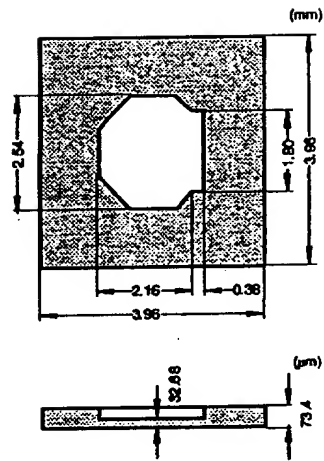
(a) RIE



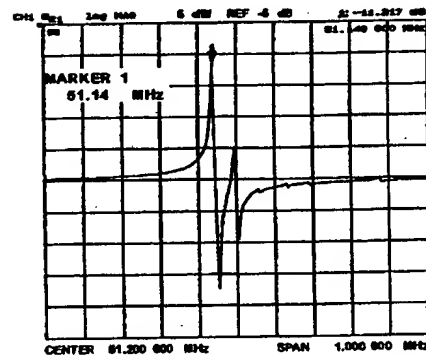
(b) Mechanical polishing after RIE

Fig. 1 Reactance-frequency characteristics  
RIE: RF power 240 w., Press. 6.7 Pa,  
Gas  $C_2F_6$ , 20 sccm

【図 2】



(a) Initial shape of machining material



(b) Reactance-frequency characteristics

Fig. 2 Machining material used

【図 3】

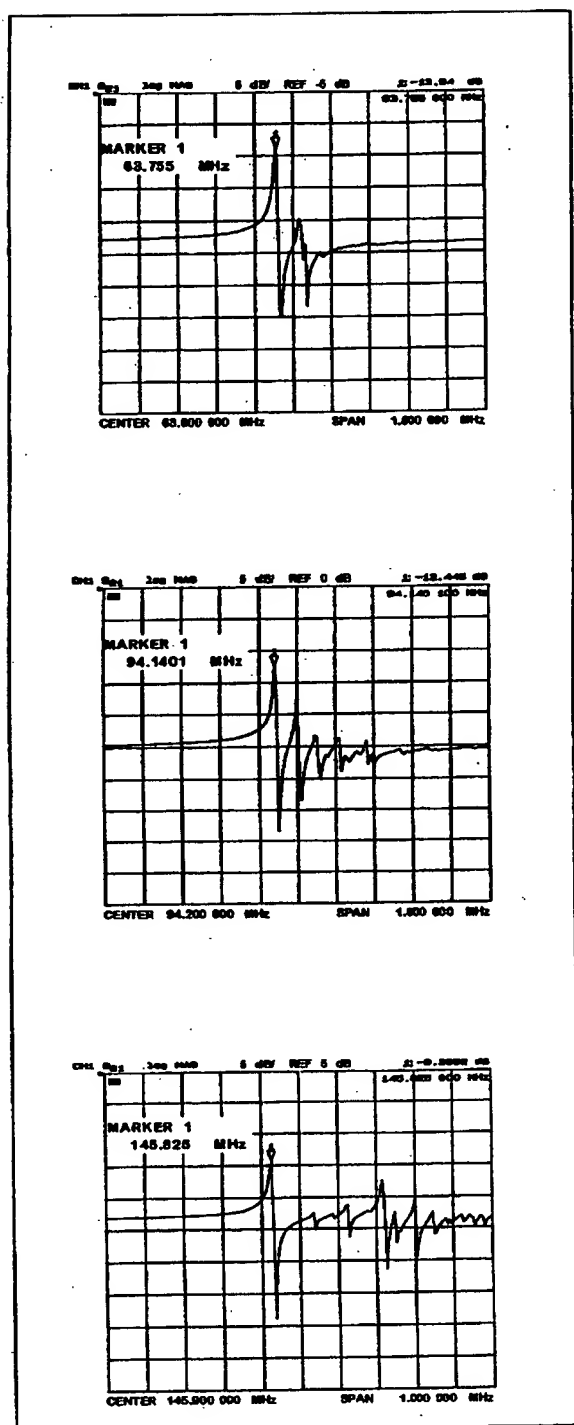


Fig. 3 Reactance-frequency characteristics of machining blanks after RIE

【図 4】

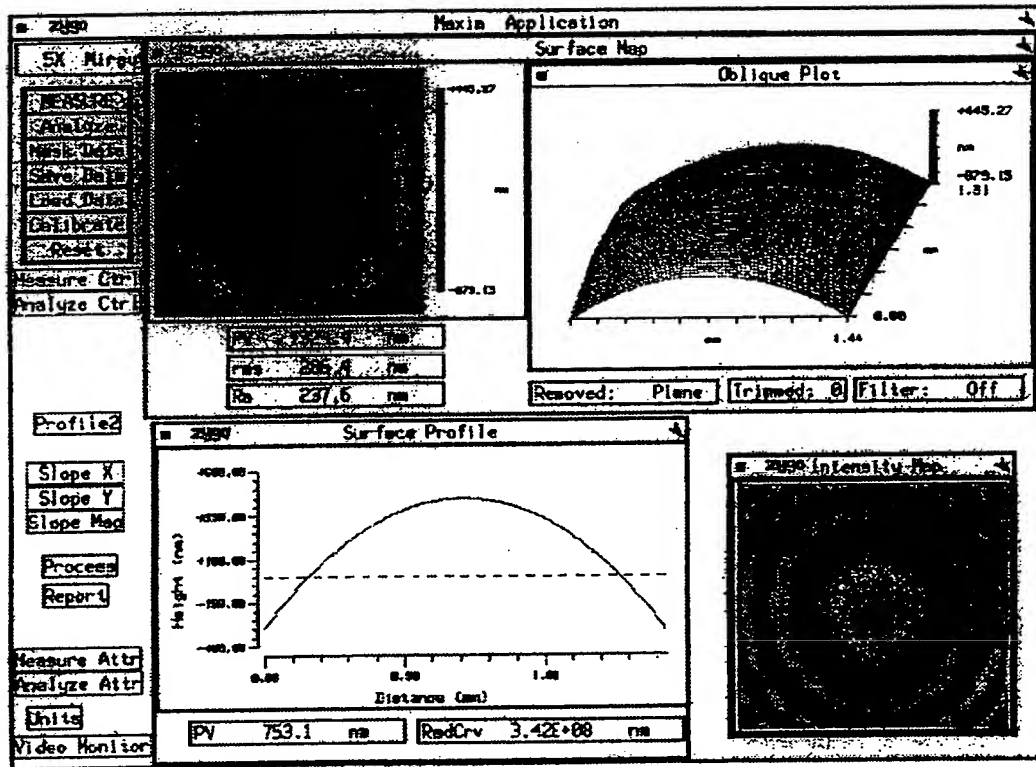


Fig. 4 Measured shape of the flat side oscillating part of the single inverted mesa type quartz blank by using an interference microscope

【図 5】

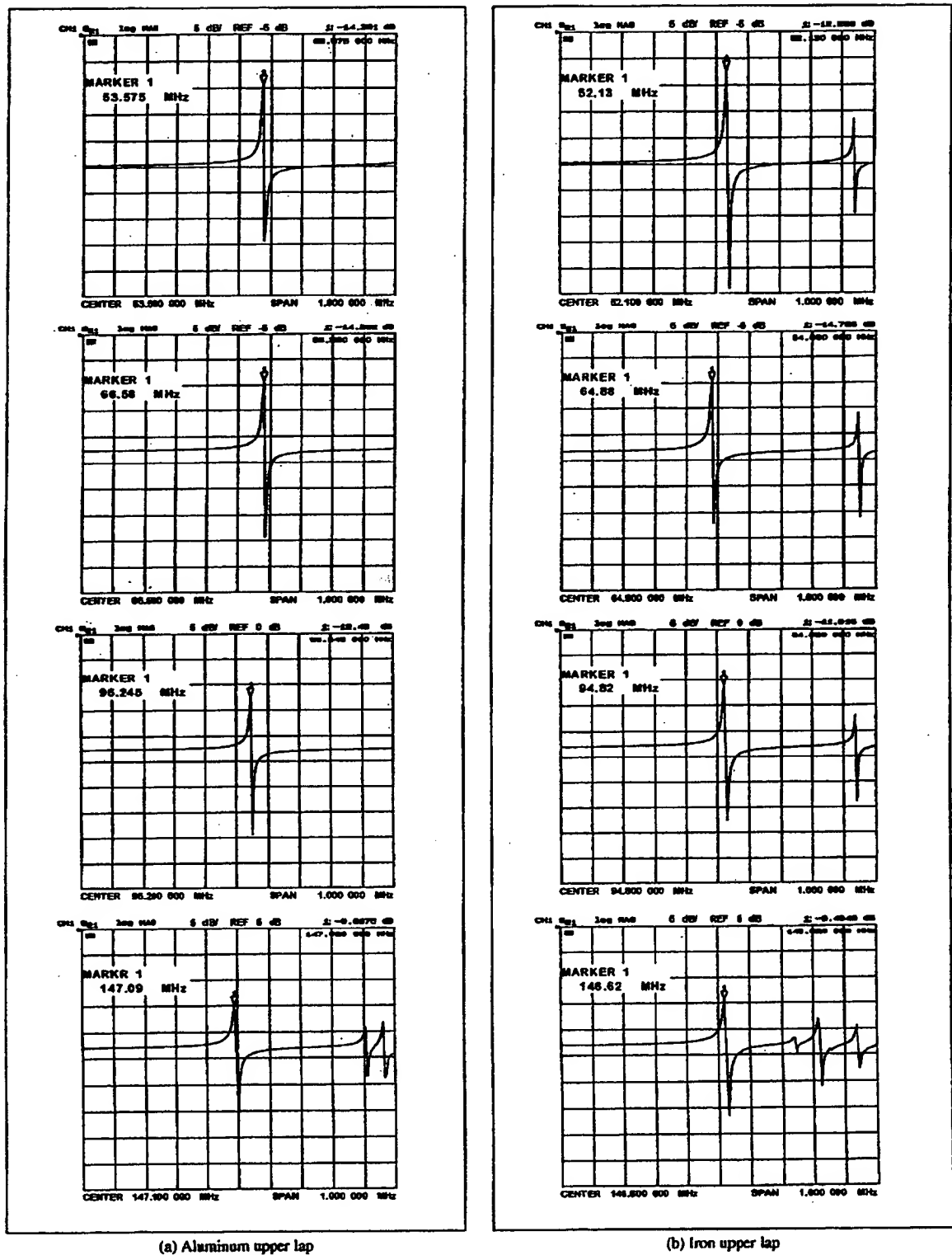


Fig. 5 Reactance-frequency characteristics of blanks polished

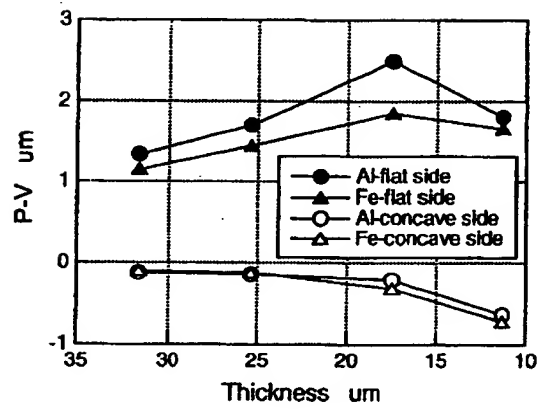


Fig. 6 Peak to valley of the central oscillating part

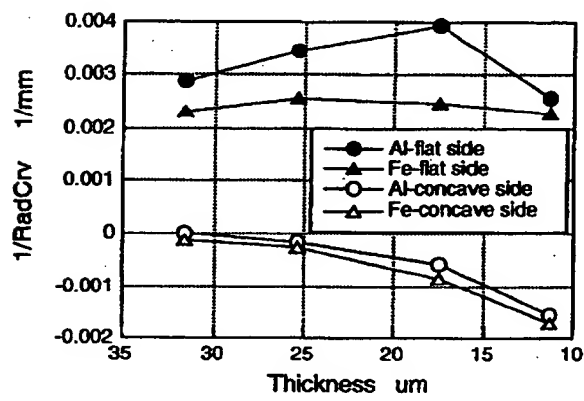


Fig. 7 Curvature radius of the central oscillating part

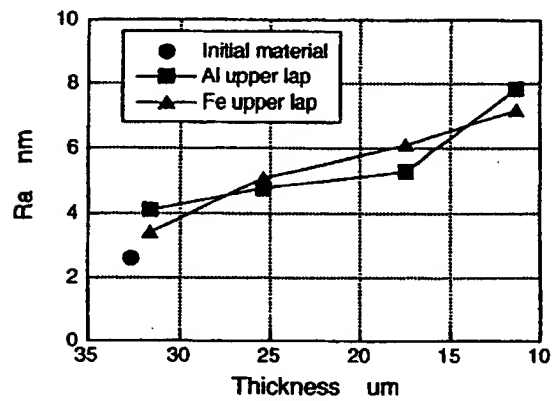


Fig. 8 Surface roughness at the central concave

【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 従来困難とされた、製造限界の厚みよりも薄い、圧電素子、及びシリコン、又はガリウムヒ素などの電子材料、及びその他の物質を、加工するための、加工工具、及びその加工方法を提供する。

【解決手段】 一面又は両面を、凹レンズ形状に加工した水晶板を、両面研磨加工機械を使用して、上と下から、同時に研磨加工し、*Plano-convex Type* に研磨加工する、圧電素子の研磨加工手段とし、振動部分の口径に対する、振動部分の厚さの比 ( $d/t$ ) を 80 程度とする加工方法。

【選択図】 図 4

特平 11-324493

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第324493号
受付番号	29919200103
書類名	特許願
担当官	岡田 幸代 1717
作成日	平成12年 3月13日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】	申請人
【識別番号】	590005195
【住所又は居所】	福岡県筑紫野市大字上古賀246-1 コンフォ ート天拝104号
【氏名又は名称】	長浦 善昭

次頁無

出証特2000-303505

【書類名】 手続補正書  
【提出日】 平成12年 1月19日  
【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 平成11年特許願第324493号

【補正をする者】

【事件との関係】 特許出願人

【識別番号】 590005195

【氏名又は名称】 長浦 善昭

【発送番号】 074529

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 図面

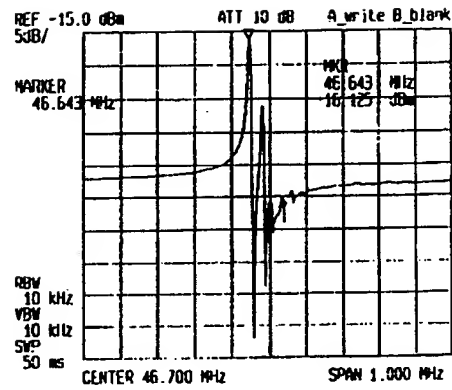
【補正対象項目名】 全図

【補正方法】 変更

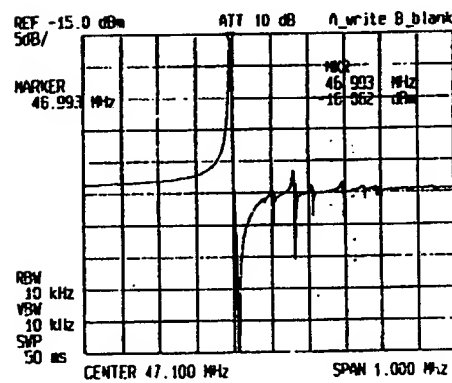
【補正の内容】 1

【書類名】 図面

【図 1】



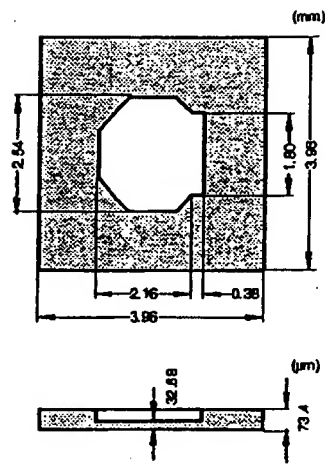
(a) RIE



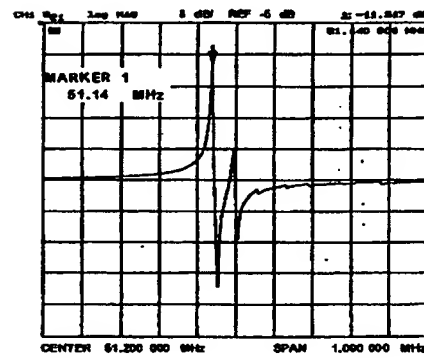
(b) Mechanical polishing after RIE

Fig. 1 Reactance-frequency characteristics  
RIE : RF power 240 w, Press. 6.7 Pa,  
Gas  $C_2F_6$  20 sccm

【図 2】



(a) Initial shape of machining material



(b) Reactance-frequency characteristics

Fig. 2 Machining material used

【図 3】

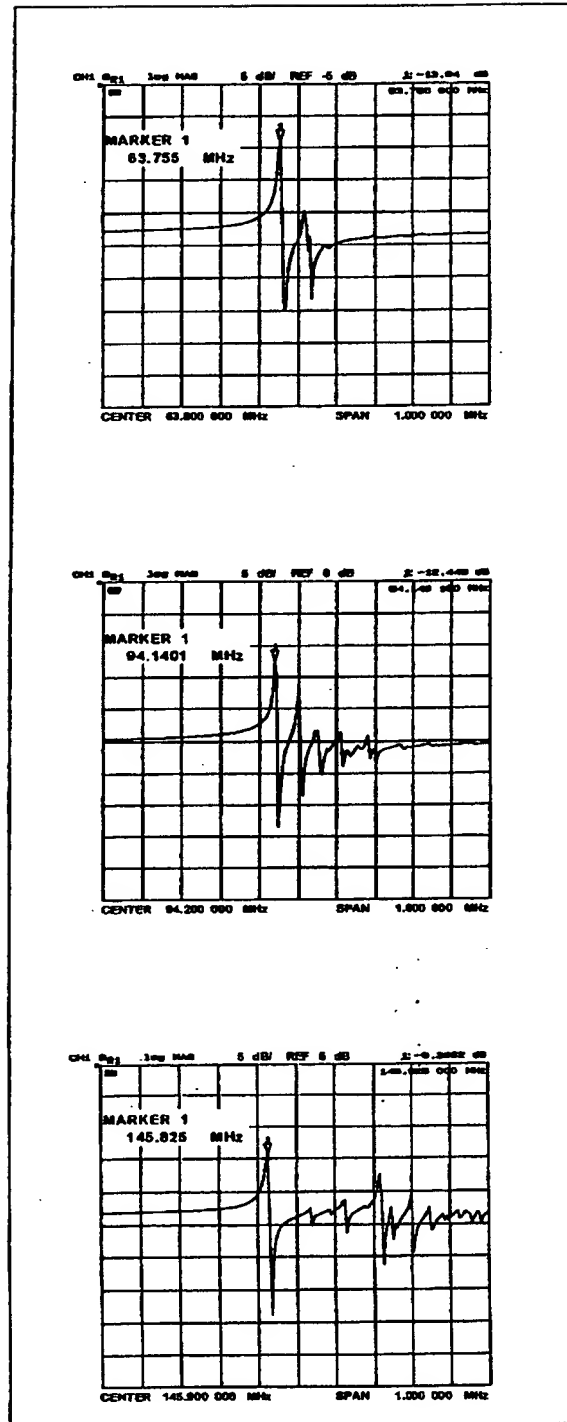


Fig. 3 Reactance-frequency characteristics of machining blanks after RIE

【図 4】

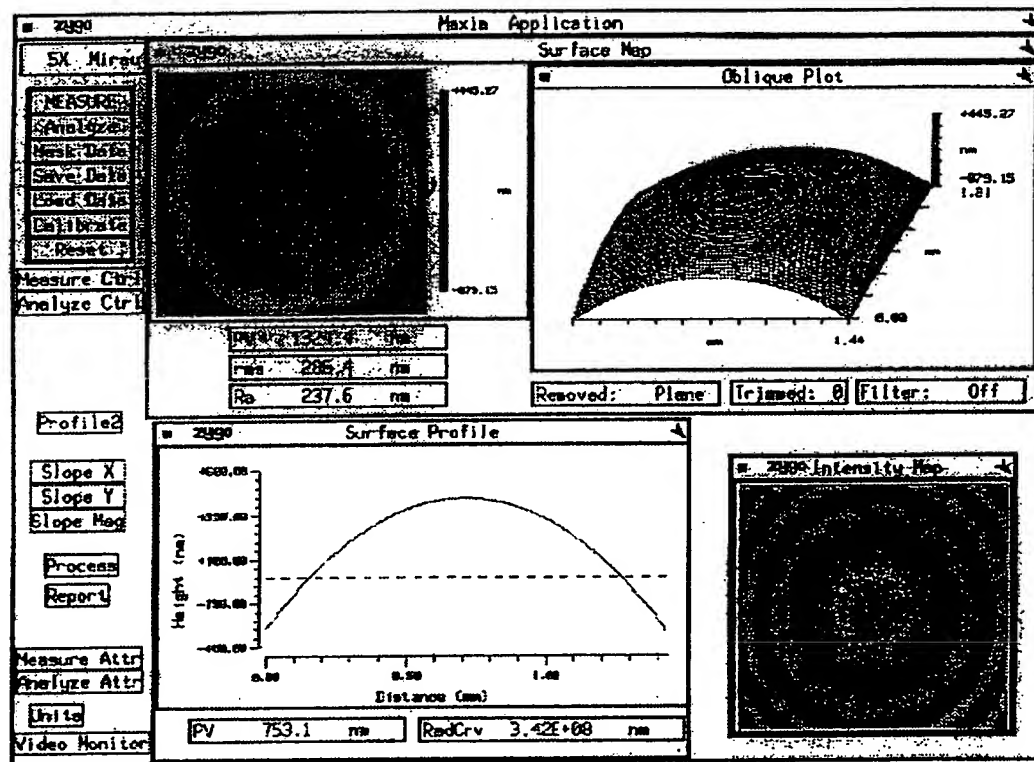


Fig. 4 Measured shape of the flat side oscillating part of the single inverted mesa type quartz blank by using an interference microscope

【図 5】

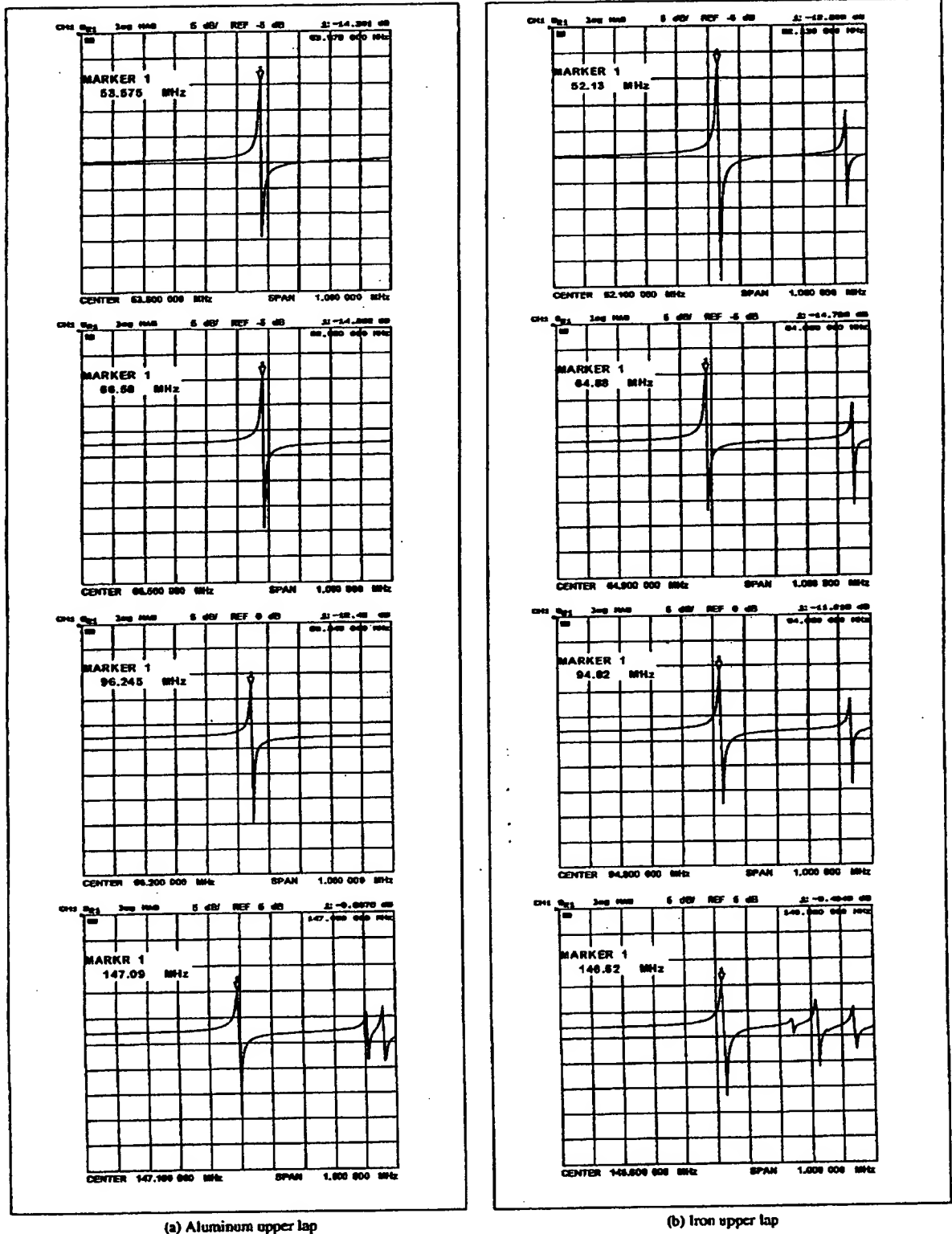


Fig. 5 Reactance-frequency characteristics of blanks polished

【図 6】

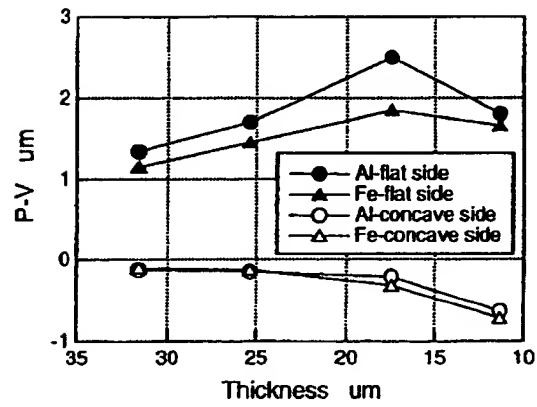


Fig. 6 Peak to valley of the central oscillating part

【図 7】

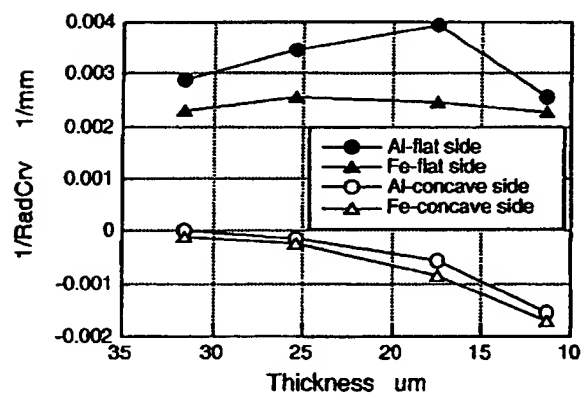


Fig. 7 Curvature radius of the central oscillating part

【図 8】

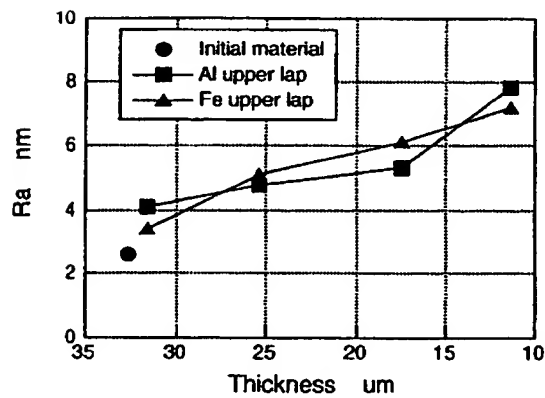


Fig. 8 Surface roughness at the central concave

特平11-324493

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [590005195]

1. 変更年月日 1996年12月25日

[変更理由] 住所変更

住 所 福岡県筑紫野市大字上古賀246-1 コンフォート天拝10  
4号

氏 名 長浦 善昭